



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UnB  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS – IG  
I CURSO DE GEOPROCESSAMENTO AMBIENTAL

MAPA DE RISCO E PROPAGAÇÃO DE INCÊNDIOS FLORESTAIS NO PARQUE  
NACIONAL DE BRASÍLIA

ERIVAN GERMANO DE OLIVIERA

Orientador: Prof. MSc Gervásio Barbosa Soares Neto

Brasília

Dezembro de 2012



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UnB  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS – IG  
I CURSO DE GEOPROCESSAMENTO AMBIENTAL

MAPA DE RISCO E PROPAGAÇÃO DE INCÊNDIOS FLORESTAIS NO PARQUE  
NACIONAL DE BRASÍLIA

ERIVAN GERMANO DE OLIVIERA

Monografia apresentada ao Curso de  
Especialização em Geoprocessamento  
Ambiental da Universidade de Brasília.

Orientador: Prof. MSc Gervásio Barbosa Soares Neto

Brasília

Dezembro de 2012

## **AGRADECIMENTO**

Aos meus pais Edival Germano de Oliveira e Noeme Adélia de Oliveira pela ajuda e dedicação ao longo desses anos.

A minha namorada Márcia Caetano pelo incomensurável apoio e incentivo durante o desenvolvimento desta pesquisa.

Ao Orientador Prof. Gervásio Barsosa Soares Neto pela orientação, incentivo, estímulo e conhecimento que me transmitiu durante o transcorrer deste trabalho monográfico.

Ao Prof. Coorientador Paulo Henrique pela orientação e conhecimento que me transmitiu durante o transcorrer deste trabalho monográfico.

Aos professores do I Curso de Especialização em Geoprocessamento Ambiental da Universidade de Brasília do ano de 2012, pelos ensinamentos.

Aos profissionais que trabalham no Parque Nacional de Brasília, em especial a Sra. Diana Tollstadius, Sra. Juliana de Barros Alves e Sr Antônio dos Santos Oliveira, pelo apoio para o desenvolvimento desta pesquisa.

Aos colegas de turma do Curso de Geoprocessamento Ambiental da Universidade de Brasília do ano de 2012, em especial aos amigos Carlos Toniazzi, Sandra Maria e Felipe Araújo pelas valiosas orientações e ensinamentos durante o desenvolvimento desta pesquisa.

## **RESUMO**

O objetivo deste trabalho foi modelar o risco e a propagação de incêndios florestais por meio de um Sistema de Informações Geográficas. A área de estudo foi o Parque Nacional de Brasília, situado a noroeste do Distrito Federal, a cerca de 10 km do centro de Brasília. Foram preparados mapas de risco preliminares para cada variável em estudo referentes a uso e ocupação do solo, declividade do terreno, orientação das encostas e rede viária, os dados foram reclassificados em seis níveis, que variam de 1 a 5 respectivamente nas classes: baixo, moderado, alto, muito alto e extremo. Posteriormente estes mapas foram integrados resultando no mapa de risco de incêndio. O zoneamento das áreas de risco de incêndios florestais classifica cada região em função da vulnerabilidade do material combustível e dos agentes de ignição, a fim de minimizar a ocorrência de incêndios. Os resultados indicaram que 83% da área do parque encontravam-se sob risco alto e muito alto de incêndio e que 3% indicaram risco extremo.

Palavras Chave: Sistema de Informações Geográficas, Parque Nacional de Brasília, Mapas de Risco, Risco de Incêndio, Incêndios Florestais.

## **ABSTRACT**

The objective of this study was to model the risk and spread of wildfires through a Geographic Information System. The study area was the Brasilia National Park, located northwest of the Federal District, approximately 10 miles from downtown Brasilia. Were prepared preliminary risk maps for each variable under study regarding use and land cover, land slope, orientation of slopes and road network, the data were reclassified into six levels, ranging from 1 to 5 respectively classes: low, moderate, high, very high and extreme. Later these maps were integrated resulting map of fire risk. The zoning areas of forest fire hazard classifies each region as a function of the vulnerability of the material fuel and ignition agents in order to minimize the occurrence of fires. The results indicated that 83% of the park area were under high and very high risk of fire and 3% indicated that extreme risk.

**Keywords:** Geographic Information System, Brasilia National Park, Maps Risk, Fire Risk, Forest Fires.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Mapa de Localização da área de estudo.....	14
<b>Figura 2</b> – Dados de entrada.....	18
<b>Figura 3</b> – Mapa de Risco de Incêndio Florestal.....	21
<b>Figura 4</b> – Incêndio Florestal dos anos 2007 e 2010.....	23
<b>Figura 5</b> – Mapa estratégico de combate a incêndio florestal.....	26

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Classificação de risco segundo o uso e cobertura vegetal.....	16
Tabela 2 – Classificação de risco segundo as estradas.....	17
Tabela 3 – Classificação de risco segundo a declividade.....	17
Tabela 4 – Classificação de risco segundo a orientação das encostas.....	17

## SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	9
1. INTRODUÇÃO .....	10
2. MAPA DE RISCO E PROPAGAÇÃO DE INCÊNDIOS FLORESTAIS NO PARQUE NACIONAL DE BRASÍLIA .....	12
2.1 INTRODUÇÃO .....	12
2.2 MATERIAL E MÉTODOS .....	13
2.2.1 Área de Estudo .....	13
2.2.2 Clima.....	13
2.2.3 Base de Dados .....	14
2.2.4 Mapa de risco e propagação de incêndio Florestal .....	15
2.2.5 Equação de risco .....	15
2.2.6 Uso e Cobertura Vegetal .....	16
2.2.7 Vias .....	16
2.2.8 Declividade .....	17
2.2.9 Orientação das encostas .....	17
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	19
2.3.1 Mapa estratégico de combate a incêndio florestal .....	24
2.3.1 Fatores que contribuem para o combate aos incêndios florestais.....	24
2.4 CONCLUSÃO .....	27
2.5 REFERÊNCIAS .....	27
3. CONCLUSÃO .....	29



## APRESENTAÇÃO

A presente Monografia é o trabalho final do I Curso de Especialização em Geoprocessamento Ambiental, promovido pelo Laboratório de Sensoriamento Remoto do Instituto de Geociências da Universidade de Brasília, segue o estilo em formato de artigo científico e foi organizada da seguinte forma: 1) INTRODUÇÃO - Consta uma descrição geral do tema da monografia, a problematização, o objetivo e área de estudo que foi aplicado a metodologia descrita; 2) DESENVOLVIMENTO DA MONOGRAFIA – Compreende um artigo, análise e aplicação da metodologia proposta; 3) CONCLUSÃO – explana-se sobre os resultados obtidos ao longo da pesquisa.

Os procedimentos metodológicos, os resultados e as discussões constam do artigo, elaborado de forma integrada e sequencial.

Artigo<sup>1</sup> – **MAPA DE RISCO DE INCÊNDIOS FLORESTAIS NO PARQUE NACIONAL DE BRASÍLIA** – Apresenta uma modelagem dos riscos de incêndios florestais no Parque Nacional de Brasília, utilizando dados de uso e ocupação do solo, declividade, estradas e orientação das encostas, facilitando o planejamento das estratégias de prevenção e combate a incêndios.

---

<sup>1</sup> O artigo será submetido à Revista Floresta.

## 1. INTRODUÇÃO

Os incêndios florestais provocam um grande impacto ambiental no Distrito Federal. No período de estiagem, entre os meses de maio e setembro, a temperatura elevada e a baixa umidade relativa do ar favorece a propagação de incêndios florestais, mobilizando o setor público nas atividades de combate e prevenção aos incêndios. Dias (1993) afirma que as queimadas tem seu começo em maio, início da estação seca, onde a umidade relativa começa a decair chegando a atingir em agosto valores inferiores a 20% nas horas mais quentes do dia. A propagação do fogo é favorecida, por ser este período o que mais proporciona o acúmulo de biomassa combustível, oriunda da morte das partes aéreas do estrato herbáceo/subarbusivo e as quedas das folhas de arbustos e árvores.

O Sistema de Informações Geográficas (SIG) é indispensável para o mapeamento dos riscos de incêndios, pois fornece informações diferenciadas de acordo com cada tipo de região, utilizando fatores inerentes ao uso da terra, cobertura vegetal e características do relevo.

Com as informações oferecidas pelos mapas de risco de incêndios, varias medidas podem ser tomadas para reduzir a ocorrência de incêndios florestais, como por exemplo: maior vigilância nas áreas de risco, restrição de acesso a esses locais, construção de aceiros preventivos. Também podem ser tomadas medidas de auxílio ao combate, como construção de estradas de acesso rápido aos locais de risco e alocação de recursos de combate em pontos estratégicos (FERRAZ; VETORAZZI, 1998).

A área de estudo foi o Parque Nacional de Brasília (PNB), situado na porção noroeste do Distrito Federal, a cerca de 10 km do centro de Brasília, escolhido para a utilização desta metodologia que teve como objetivo identificar as áreas de maior risco de incêndio florestal nesta unidade de conservação. A criação do Parque surgiu da necessidade de se proteger os rios fornecedores de água potável para a Capital Federal e de manter a vegetação em seu estado natural. Nos últimos anos, os longos períodos de estiagem associados às ações antrópicas, com queima para limpeza e prática de queimadas criminosas, tem levado o aumento de ocorrência de incêndios florestais na região do parque, o que fez surgir a necessidade de criar um modelo que classificasse as áreas de maior risco de incêndio, a fim de minimizar os efeitos do fogo. De acordo com Medeiros e Fiedler (2003), a ocorrência de grandes incêndios florestais em Unidades de conservação é considerada uma grave ameaça para a conservação da biodiversidade e manutenção de processos ecológicos.

O bioma do cerrado tem uma área aproximada de 2,1 milhões de km<sup>2</sup>, que corresponde a 24,25% do território nacional (EMBRAPA, 1997). A vegetação do Distrito Federal é caracterizada exclusivamente pelo cerrado. Porém, nos últimos anos houve um processo acelerado de ocupação sobre a região com o aumento da densidade demográfica, onde podemos citar a consolidação geopolítica de Brasília na sua parte central e expansão da agricultura intensiva (ALMEIDA, 1997). Torna-se importante ressaltar que as áreas do Parque Nacional de Brasília apresentam-se extremamente pressionadas em função do acelerado processo de ocupação do solo ao redor dessas áreas, nem sempre planejado e organizado.

## **2. MAPA DE RISCO E PROPAGAÇÃO DE INCÊNDIOS FLORESTAIS NO PARQUE NACIONAL DE BRASÍLIA**

### **RESUMO**

O objetivo deste trabalho foi desenvolver um modelo de risco de incêndio florestal no Parque Nacional de Brasília, facilitando o planejamento e as estratégias de prevenção e combate a incêndios. Foram produzidos mapas de risco referentes a uso e ocupação do solo, declividade, estradas e orientação das encostas. O nível de risco foi classificado em valores que variam de 1 a 5 respectivamente nas classes: baixo; moderado; alto; muito alto e risco extremo de incêndio. Posteriormente, os mapas preliminares foram reclassificados e sobrepostos utilizando a álgebra de mapas, resultando no mapa base de risco de incêndio florestal para o Parque Nacional de Brasília. A integração dos dados permitiu uma visualização global dos fatores que influenciam na deflagração e propagação dos incêndios.

Palavras Chave: Risco de Incêndio Florestal, Planejamento, Álgebra de Mapas, Propagação.

### **ABSTRACT**

The aim of this study was to develop a model of forest fire risk in the National Park of Brasilia, facilitating planning and strategies for prevention and firefighting. Risk maps were produced concerning the use and occupation of the soil, slope, orientation of roads and slopes. The risk level was classified as values that range from 1 to 5 respectively classes: low, moderate, high, very high and extreme risk of fire. Subsequently, the preliminary maps were reclassified and overlaid using the map algebra, resulting in base map of forest fire risk for the Brasilia National Park. The integration of data allowed a comprehensive view of the factors that influence the generation and spread of fires.

Keywords: Forest Fire Risk, Planning, Map Algebra, Propagation.

### **2.1 INTRODUÇÃO**

Quando um pequeno foco não é controlado imediatamente, o incêndio é estabelecido e seu combate é dificultado por vários fatores, como: tamanho do fragmento; falta de recursos próprios de combate; demora na detecção; falta de acessos adequados etc. Assim, a utilização de técnicas de prevenção de incêndios, bem como a realização de um planejamento estratégico de combate, são alternativas viáveis para a redução da ocorrência de incêndios. (FERRAZ; VETORAZZI, 1998)

A utilização do Sistema de informações Geográficas (SIG) para o mapeamento das áreas de risco de incêndios florestais permitirá ao Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal (CBMDF) identificar quais são as áreas mais suscetíveis a ocorrências deste tipo, contribuindo na adoção de medidas preventivas e que facilitem o combate em caso de deflagração de focos.

Muito se avançou na aquisição de recursos voltados para o combate aos incêndios florestais no Distrito Federal, como compra de aeronaves, viaturas equipadas com equipamentos próprios para o combate florestal, equipamentos de proteção individual para os bombeiros combatentes, porém, a maior eficiência destes depende de um planejamento estratégico para utilizá-los.

Desta forma, o principal enfoque deste artigo foi a utilização de geotecnologias aplicada ao combate a incêndios florestais no Parque Nacional de Brasília, bem como mapear as áreas de maior risco de ocorrência de incêndios, visando à otimização dos recursos disponíveis para o combate nos períodos de longa estiagem.

## **2.2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.2.1 Área de Estudo**

A Figura 1 representa o Parque Nacional de Brasília, situado na porção noroeste do Distrito Federal (DF), na região Administrativa Plano Piloto, entre os paralelos 15°35' e 15°45' (latitude sul) e meridianos 47° 53' e 48°05' (longitude oeste). A área de estudo possui 42.389,01 hectares (quarenta e dois mil, trezentos e oitenta e nove hectares e um centésimo), de acordo com a Lei nº 11.285 de 8 de março de 2006, que alterou o seu tamanho original de 30 mil hectares. No entanto, a área de estudo consiste na área sem ampliação.

Abriga além da fauna e flora típicas do cerrado, a Barragem de Santa Maria, responsável por parte do abastecimento de água potável da capital brasileira. As piscinas da Água Mineral (Piscina velha 1 e Piscina Nova 2), embora pouco significativas em volume desempenham um papel social relevante, uma vez que constituem áreas de recreação e lazer importantes.

### **2.2.2 Clima**

O cerrado caracteriza-se pela ocorrência de invernos secos e verões chuvosos, com precipitações anuais variando de 750 a 2000 mm. A média anual é de aproximadamente 1500 mm. De acordo com Dias (1992), existem seis estações ecológicas de chuva no ano, a saber: 1

– Início das chuvas (Outubro), 2 – Chuvas de primavera (Novembro e Dezembro), 3 – Veranicos (Janeiro), 4 – Chuvas de Verão (Fevereiro a Abril), 5 – Inverno seco (Maio a Agosto), 6 – Final da seca (Setembro).

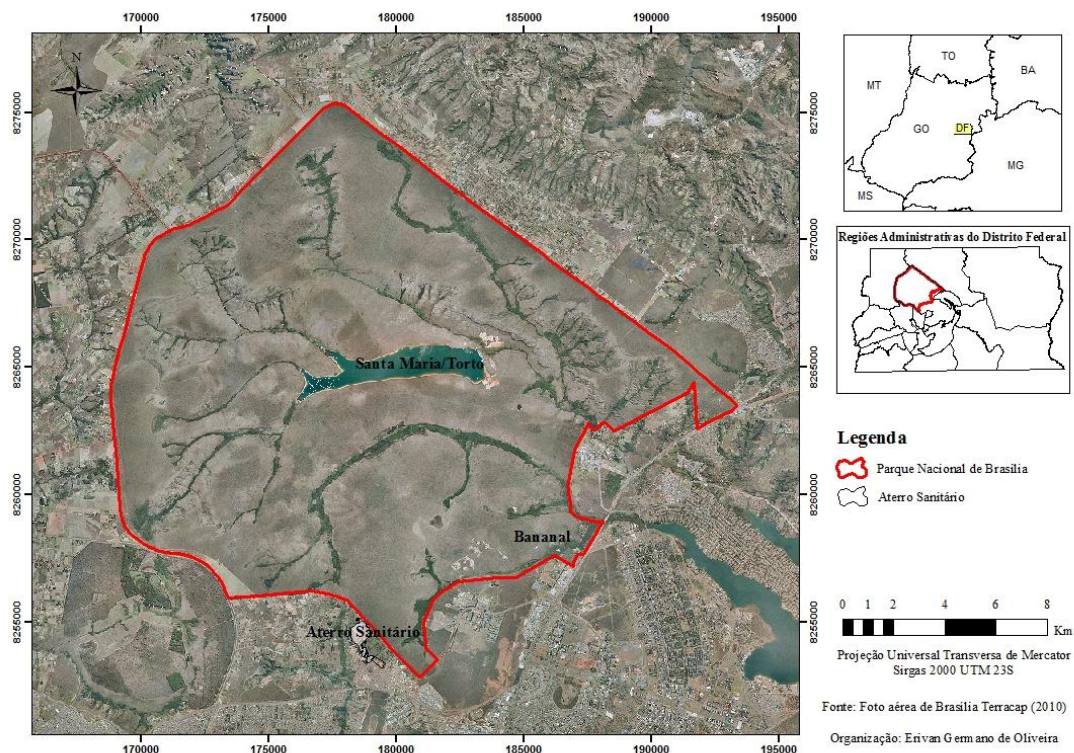


Figura 1 – Mapa de Localização da área de estudo.

### 2.2.3 Base de Dados

Para desenvolvimento e elaboração dos produtos obtidos, foram necessários o uso de softwares que possibilitaram a integração de dados geográficos e a compilação de bases de dados que permitiram a análise e interpretação dos elementos necessários para a representação fisionômica da área estudada. Assim, a base e os softwares usados foram:

- ☛ Mapa de vegetação escala 1:25.000 (Fonte: Terracap<sup>2</sup>)
- ☛ Mapa de vias de Brasília escala 1:25.000 (Fonte Terracap)
- ☛ Mapa de Hidrografia de Brasília escala 1:25.000 (Fonte: Terracap)
- ☛ Curvas de nível com equidistância de 5 metros (Fonte: Terracap)
- ☛ Pontos Cotados em escala 1:25.000 (Fonte: Terracap)
- ☛ Imagem Landsat 5 sensor TM do dia 15/09/2007 (Fonte: INPE<sup>3</sup>)
- ☛ Imagem landsat 5 sensor TM do dia 23/09/2010 (Fonte: INPE)
- ☛ Software arcgis 9.3

<sup>2</sup> Companhia Imobiliária de Brasília

<sup>3</sup> Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

### 2.2.4 Mapa de risco e propagação de incêndio Florestal

Todos os dados utilizados no formato *shapefile* foram posteriormente transformados em *raster*, para a realização da álgebra de mapas. Toda a base de dados processada está definida com Datum Sirgas 2000 UTM ZONA 23S, na escala 1:25000. As imagens landsat 5 TM possuem resolução espacial de 30 metros, com exceção da banda 6 (banda termal), com 120m, a frequência para a obtenção desses dados é de 16 dias. As imagens foram georreferenciadas utilizando-se o método de coleta de pontos de controle.

O método consistiu na elaboração de mapas de risco preliminares para cada variável em estudo: uso e ocupação do solo, estradas, declividade do terreno e orientação das encostas. Ficou estabelecido um buffer de 2 km a partir do limite do parque como zona de influência para o surgimento de focos de incêndios, esta distância foi resultado da análise das propriedades que fazem limite com o parque e suas atividades, bem como o histórico de queimadas. Em seguida, estes mapas foram integrados com o auxílio de um modelo de ponderação que indicou a importância de cada variável para a ocorrência e propagação dos incêndios no Parque.

Cada grupo é composto por uma série de variáveis e cada variável possui seu coeficiente que registra maior ou menor importância em relação à deflagração do fenômeno de queima. De acordo com Oliveira (2004) as variáveis foram classificadas variando de 1 a 5 (baixo, moderado, alto, muito alto, extremo).

O grau de risco de incêndio é determinado pela correlação entre diversas variáveis ambientais que quando associadas dificultam o controle do fogo. Essas variáveis podem ser combinadas por equações que traduzem o potencial de ocorrência e a propagação do fogo (FERREIRA *et al.*, 2011).

A álgebra de mapas foi realizada no Arcgis 9.3, onde foram somados os coeficientes de risco de cada variável, gerando o mapa de risco de incêndio, com as classes de variação estabelecidas. Nesse trabalho, o modelo de integração de dados foi expresso pela equação adaptada de Koproski *et al.*, 2011.

### 2.2.5 Equação de risco

$$\text{Risco: } 40V + 30ES + 20D + 10E$$

Uso e cobertura vegetal (V) Estradas (ES) Declividade (D) Orientação das encostas (E).

### 2.2.6 Uso e Cobertura Vegetal

Este mapa considerou os diversos tipos de uso e ocupação do solo existente no Parque Nacional de Brasília e entorno. As variáveis representam o risco de ocorrência e propagação dos incêndios florestais, de acordo com a combustibilidade de cada material existente.

O plano de informação de uso e ocupação do solo agrupado nas seguintes classes: Área Urbana, Agricultura, Aterro Sanitário, Campo, Cerrado, Mata, Pasto, Reflorestamento e Solo exposto. Cada classe de uso e ocupação do solo foi classificada de acordo com o grau de risco de incêndio adotada na metodologia.

As características do material combustível influenciam diretamente a propagação do fogo. De acordo com Soares (1985), material combustível é qualquer material orgânico, vivo ou morto, no solo, sobre o solo ou acima dele capaz de entrar em ignição e queimar. Entre as características que contribuem para a propagação do fogo, o tamanho das partículas do material combustível tem importância fundamental. Nesse estudo, a classe campo representa o material mais perigoso por causa das dimensões das partículas comparado às demais classes de cobertura do solo. O Aterro sanitário localizado na região sul do parque também foi classificado como de maior risco, tendo em vista a prática de queima de lixo nos limites do parque.

Tabela 1 – Classificação de risco segundo o uso e cobertura vegetal.

Uso e Cobertura Vegetal	Risco	Coefficiente
Corpo Hídrico	Nulo	0
Solo Exposto	Baixo	1
Mata	Moderado	2
Cerrado/Reflorestamento/Área Urbana	Alto	3
Agricultura/Pastagem/	Muito alto	4
Campo/Aterro Sanitário	Extremo	5

Fonte: Adaptada de Koproski *et al.*, (2011)

### 2.2.7 Vias

Este plano de informação levou em consideração o acesso de pessoas e veículos no parque, incêndios criminosos, práticas de pequenas fogueiras, incêndios causados por cigarros, além de outras ocorrências. Determinou-se o raio de influência de cada acesso proporcional ao fluxo de pessoas e veículos que nele transitam, levando em consideração as atividades desenvolvidas no entorno do Parque. Desse modo, consideraram-se as vias externas como de maior risco, pelo tráfego intenso de pessoas e veículos, onde foi estipulado um buffer de 100 metros para sua área de influência e classificação de risco extremo.



As trilhas internas apresentam tráfego de visitantes e funcionários autorizados, sendo proibido o tráfego de pessoas nas trilhas em períodos de alto risco de incêndio. O parque nacional está sobre constante administração e vigilância, a probabilidade de ocorrência de incêndio no seu interior é moderada, mas não descartada, tendo em vista o tamanho do parque e a impossibilidade de fiscalizar uma área tão grande. Sendo assim, determinou-se um buffer de 30 metros como área de influência das trilhas internas e risco de incêndio moderado.

Tabela 2 – Classificação de risco segundo as vias.

<b>Estradas</b>	<b>Risco</b>	<b>Coefficiente</b>
Dentro da área envolvente	Moderado	2
Fora da área envolvente	Extremo	5

### 2.2.8 Declividade

Este plano considerou a inclinação do terreno como fator de propagação de incêndios. As áreas mais declivosas foram consideradas de maior risco, pois a transferência de calor é facilitada no sentido do aclave, aumentando a velocidade de propagação. O mapa de declividade foi obtido por meio do Modelo Digital de Elevação (MDE) Topogride, modelado a partir das curvas de nível e pontos cotados.

Tabela 3 – Classificação de risco segundo a declividade

<b>Declividade</b>	<b>Risco</b>	<b>Coefficiente</b>
0-15	Baixo	1
16-30	Alto	3
>30	Extremo	5

Fonte: Andrade *et al.*, (2011)

### 2.2.9 Orientação das encostas

As faces de maior risco de propagação de incêndios florestais são aquelas de maior exposição do sol, contribuindo para a redução da umidade do material combustível. A face Norte é a que oferece risco extremo de incêndio Florestal, por estar mais exposta a insolação no período de estiagem.

Tabela 4 – Classificação de risco segundo a orientação das encostas

<b>Ângulo de Orientação</b>	<b>Exposição</b>	<b>Risco</b>	<b>Coefficiente</b>
112,5° a 247,5°	SE/S/SW	Baixo	1
67,5° a 112,5°	E	Moderado	2
22,5° A 67,6°	NE	Alto	3
247,5° a 337,5°	NW/W	Muito Alto	4
337,5° a 22,5°	N	Extremo	5

Fonte: Adaptada de Koproski *et al.*, (2011)

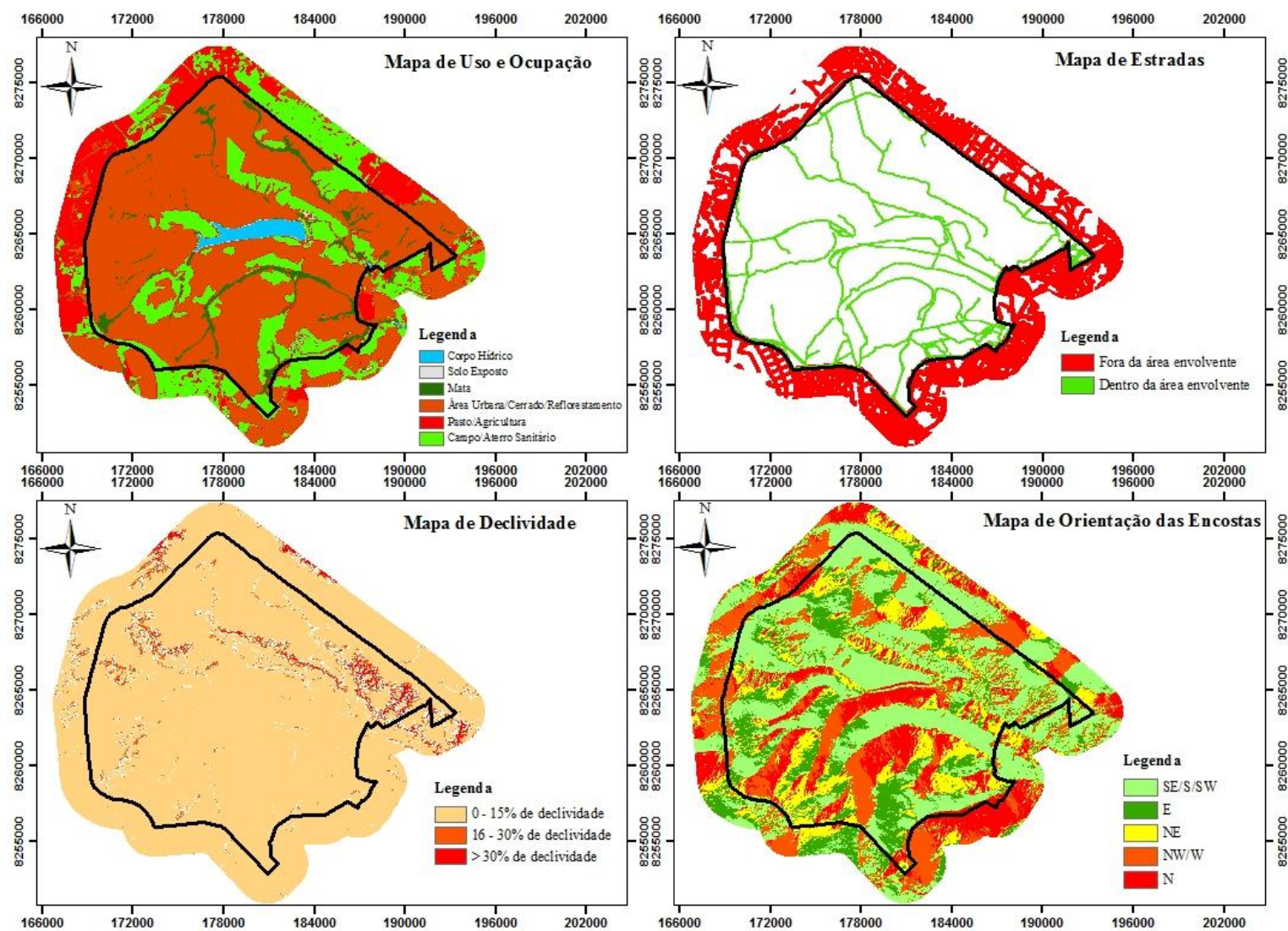


Figura 2 – Dados de entrada.

## 2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O mapa de risco de incêndio segundo a cobertura vegetal e uso e ocupação do solo, o risco foi registrado em 45.772 mil hectares distribuídos em 9 fitofisionomias, excluindo corpo hídrico, por apresentar risco nulo de incêndio florestal. A classe solo exposto (0,34%) foi classificada com risco baixo de incêndio, pela ausência de vegetação. A mata (5,40%) foi classificada com risco moderado. O cerrado (55,27%), reflorestamento (0,61%) e a área urbana (2,83%) foram classificados com alto risco de incêndio. As áreas de pasto (8,13%) e agricultura (3,4%) foram classificadas com risco muito alto. O campo (24,20%) e o aterro sanitário da cidade estrutural (0,17) foram classificados com risco extremo.

O mapa de declividade apresentou 93,58% da área de estudo com 0 e 15% de inclinação e com risco baixo de incêndio, 4,82% da área com variação de declividade entre 16 e 30% e alto risco de incêndio, 1,6% da área com risco extremo de incêndio, com inclinação superior a 30% de declividade.

O mapa de orientação das encostas indica que 39,20% foi classificado como risco baixo, compreendendo as classe sudeste, sul e sudoeste, 14,04% de risco pertence à classe leste, de risco moderado, 14,5% de risco alto na classe nordeste, 18,73% na classe noroeste e oeste, com classificação de risco muito alto e 13,53% de risco extremo, com faces voltadas para o norte.

A figura 3 representa o mapa de risco de incêndio florestal do Parque Nacional de Brasília. O resultado da equação gerou uma imagem cujos valores de pixels variam de 90 a 500 distribuídos em 9 classes, sendo que o grau de risco máximo em 500. Como as classes representadas foram apenas 5, efetuou-se uma classificação por intervalos constantes, de acordo com a classificação de risco estabelecida nesta metodologia: baixo, moderado, alto, muito alto e extremo.

A integração dos mapas de risco preliminares indica que 0,31% da área foram classificadas com risco baixo, 13,31% como risco moderado, 59,92% com risco alto, 23,31% com risco muito alto e 3,16% com risco extremo de incêndio florestal. As áreas de risco extremo estão localizadas principalmente na face norte e nordeste da lagoa de Santa Maria, nestes locais a declividade é muito elevada e faz com que a propagação de um eventual incêndio seja mais rápida, aumentando o risco. A face sudeste do parque apresentou elevado índice de risco de incêndio influenciado pelo tipo de vegetação de campo e pela orientação das encostas, que apresentaram maiores valores de faces voltados para o norte.

Vários pontos do mapa apresentaram áreas de risco de incêndio influenciadas por todos os planos de informação utilizados nesta metodologia, porém, cabe priorizar as áreas limites do parque, principais responsáveis pelo surgimento de focos. A face nordeste apresenta a presença de propriedades rurais que utilizam o fogo como ferramenta para limpeza do terreno, para fins agrícolas e para renovação de pastagens. A face sul e sudeste do parque apresentam áreas de alto risco de incêndio, tendo em vista a presença humana responsável pelo depósito e queima de lixo nas áreas limites com o parque.

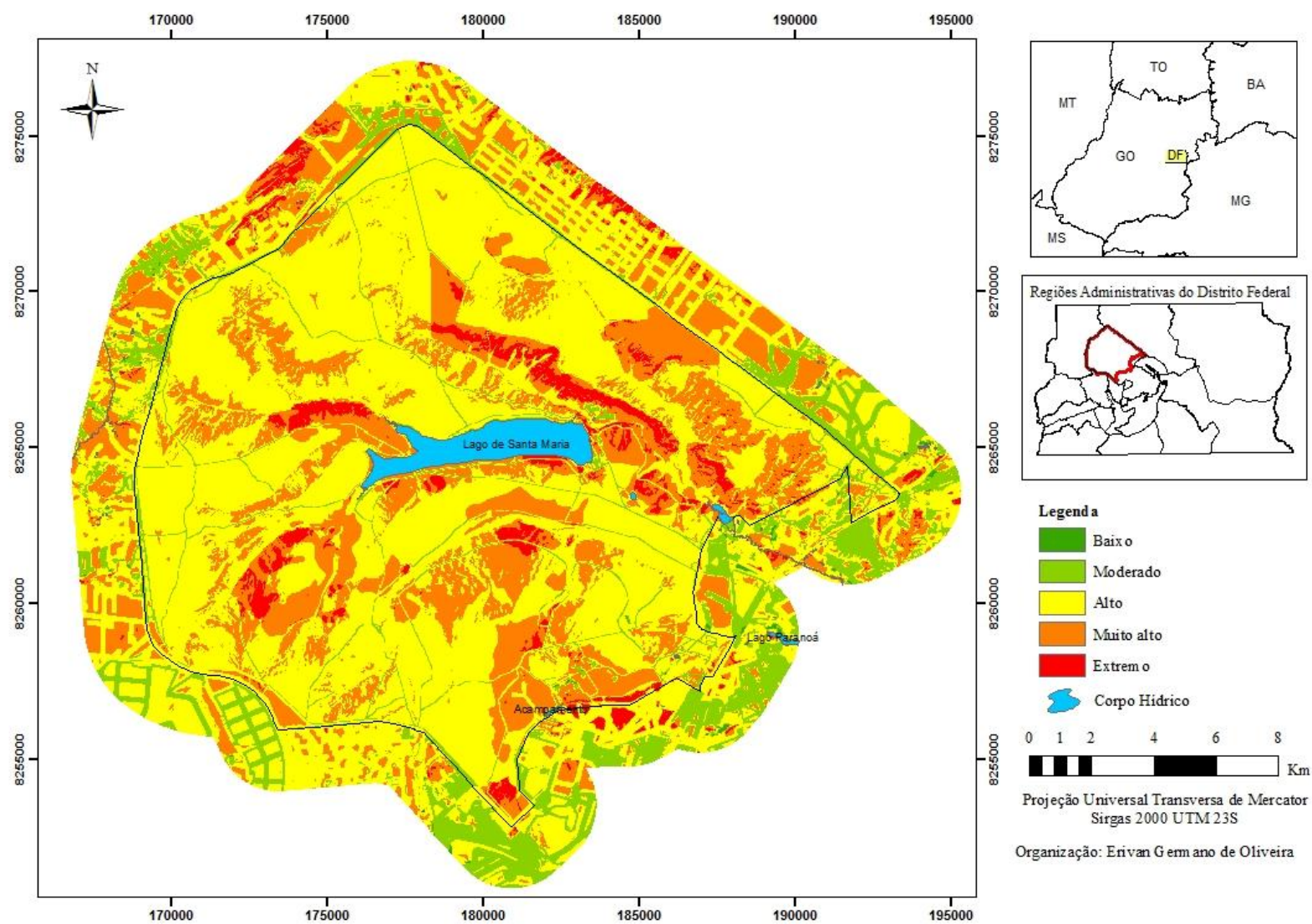


Figura 3 – Mapa de risco de incêndio florestal.

De acordo com os Laudos periciais de incêndios florestais realizadas pelo CBMDF do ano de 2000 a 2011, 90% dos incêndios tiveram a sua origem fora dos limites do parque, nas proximidades do seu perímetro. A principal causa foram os incendiários, seguidas pelas queimadas para limpeza de pastagem e agricultura, e por último, as de causa não identificadas.

A figura 4 correlaciona as áreas de risco com dois incêndios florestais, o que permitiu verificar a potencialidade das áreas de maior risco previstas neste modelo.

Em termos de área queimada, destacou-se o ano de 2007 e 2011, o incêndio florestal de 2007 totalizou uma área de 11.412 mil hectares e teve como foco inicial a queima de detritos vegetais em uma propriedade rural nos limites do parque na face nordeste, de vegetação formada por pastagem, desenvolveu-se em áreas de suscetibilidade muito alta e extrema de incêndio e presença dos maiores índices de declividade do Parque.

O incêndio florestal de 2010 totalizou uma área de 12.953 mil hectares, teve como foco inicial o contato de chama direto com a vegetação, desenvolveu-se em áreas de suscetibilidade alta e muito alta de incêndio florestal. Para uma avaliação geral do modelo, seria necessário fazer uma comparação com outros focos de incêndios ocorridos nos últimos 11 anos, porém, os laudos periciais confeccionados pelo Corpo de Bombeiros apresentam insuficiência de informações que permitam identificar a localização do foco inicial dos incêndios.



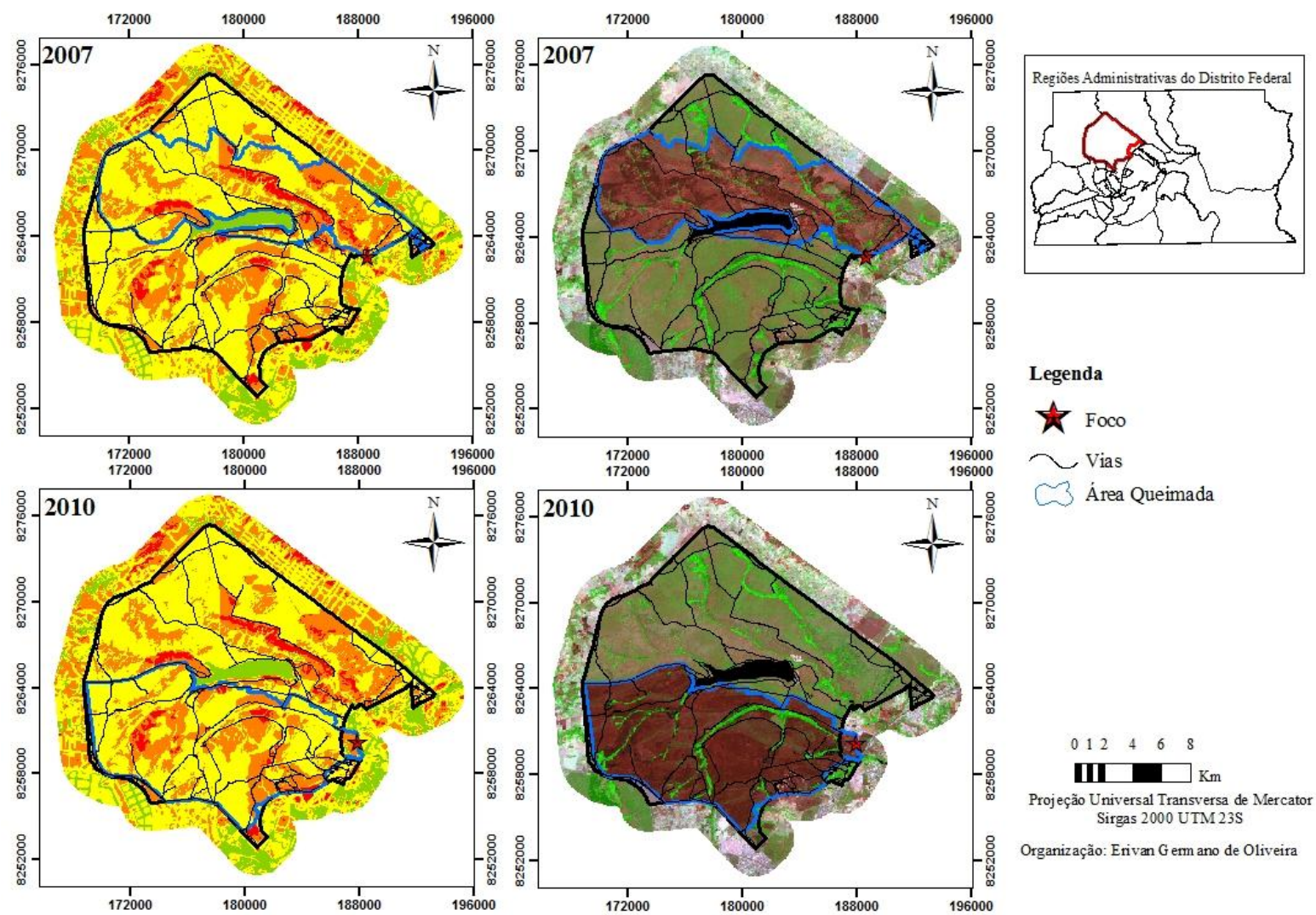


Figura 4 - Incêndio Florestal dos anos 2007 e 2010.

### 2.3.1 Mapa estratégico de combate a incêndio florestal

A figura 5 permite a identificação dos principais fatores que contribuem na prevenção e no combate aos incêndios florestais no Parque Nacional de Brasília, aliados aos fatores presentes no mapa de risco. A sobreposição do mapa estratégico de combate a incêndio ao mapa de risco de incêndio facilita a identificação de pontos de risco com maiores expectativas de ocorrência de fogo e a identificação de áreas que merecem maior vigilância, bem como a manutenção de aceiros, alocação de recursos em pontos estratégicos.

A utilização de um mapa estratégico de combate a incêndio torna-se útil na identificação de vias de acesso ao parque, possíveis fontes de água para emprego no combate.

### 2.3.1 Fatores que contribuem para o combate aos incêndios florestais

**Hidrantes** – A localização dos hidrantes dentro do Parque é um fator importante, pois facilita o reabastecimento de viaturas de combate a incêndio, porém não tão importante quando se diz respeito a incêndios florestais, visto que tão logo acontecem os incêndios florestais, eles se propagam mata adentro, impedindo o avanço de viaturas de combate, permitindo somente o avanço de militares munidos de abafadores<sup>4</sup> e bombas costais<sup>5</sup>.

**Portões** – A facilidade de acesso ao parque permite maior agilidade em acessar o foco inicial do incêndio, impedindo o seu avanço.

**Estradas** – As estradas são os meios mais importantes no combate aos incêndios, elas permitem o acesso rápido para a localização do foco e posterior desembarque da tropa para o combate, facilita a extinção dos focos, pois funcionam como aceiros naturais.

**Corpos hídricos** - A localização dos corpos hídricos próximos aos focos de incêndios facilita no combate, visto que permite o combate com o lançamento de cargas de água com o bambi-bucket<sup>6</sup>, e também no reabastecimento de bombas costais.

**Distância da unidade Operacional** - O tempo de identificação de um foco de incêndio e o acionamento de equipes de bombeiros pode ser um fator determinante na extinção do foco ou na sua rápida propagação, tendo em vista a facilidade de se combater um incêndio no seu estágio inicial.

**Torres de observação** – As torres de observação fazem parte do sistema de detecção de incêndios no parque, são extremamente importantes na identificação do foco e rápida

---

<sup>4</sup> Equipamento manual utilizado para o combate a incêndios, apagando o fogo por abafamento.

<sup>5</sup> Mochila de borracha que comporta até 20 litros de água, utilizado para resfriamento de focos de incêndio.

<sup>6</sup> Equipamento utilizado por helicópteros para o combate a incêndio.



mobilização para o combate. As torres contam com a presença de equipes de brigadistas do IBAMA<sup>7</sup>, responsáveis pela detecção dos focos de incêndios e primeiro combate.

---

<sup>7</sup> Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.

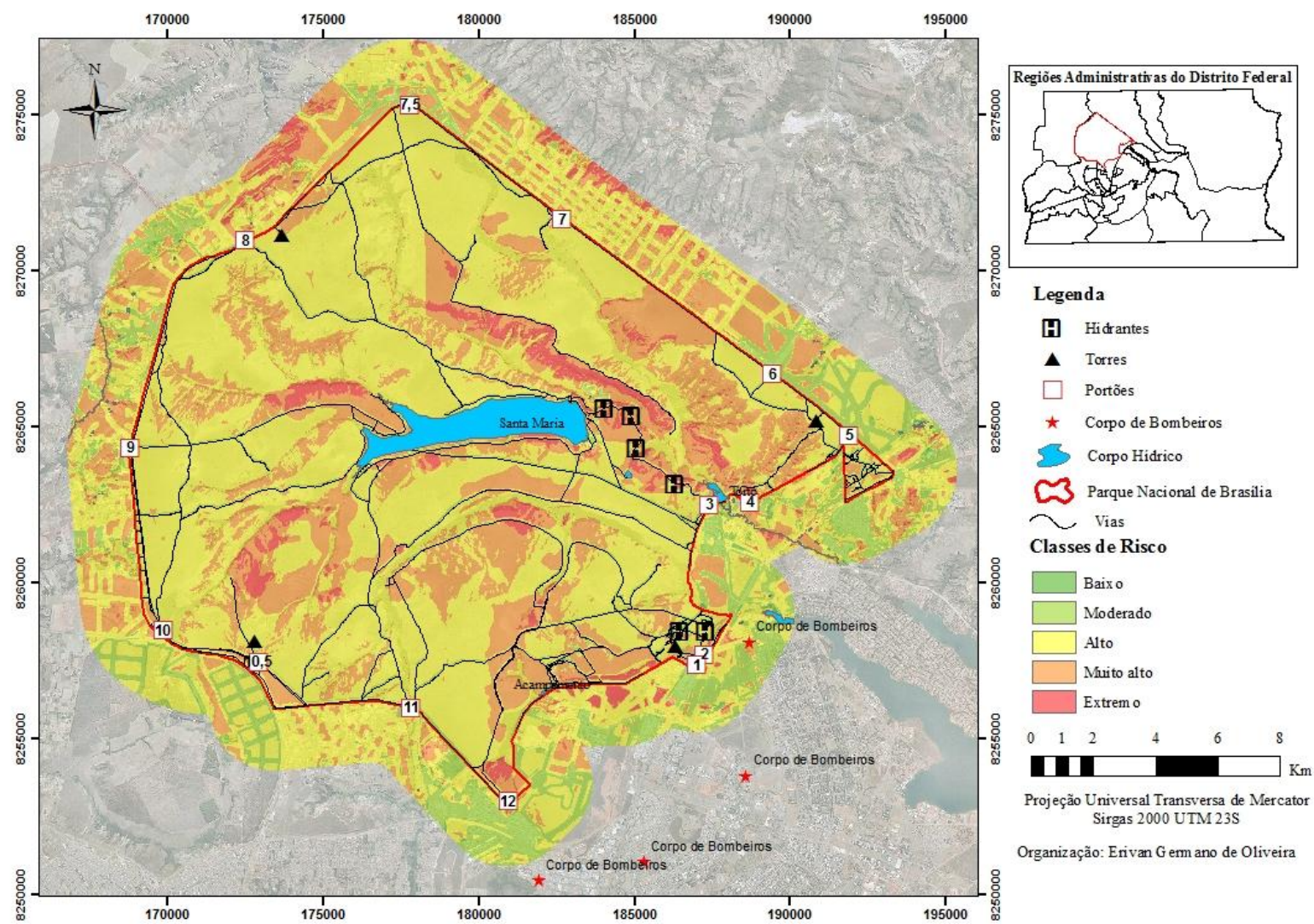


Figura 5 – Mapa estratégico de combate a incêndio florestal.

## 2.4 CONCLUSÃO

O mapa de risco de incêndios florestais construído através da integração dos mapas temáticos permitiu uma visão global dos principais fatores que influenciam na probabilidade de ocorrência de incêndios florestais no Parque Nacional de Brasília.

As ações de prevenção e combate aos incêndios no parque devem ser intensificadas, uma vez que foram observadas grandes áreas queimadas nos anos anteriores. Merece maior atenção a face norte e nordeste do parque, onde são relatadas incidências maiores de incêndios em função das queimadas para o manejo de pastagens e agricultura. A face sul e sudeste do parque também apresentam áreas de alto risco de incêndio, tendo em vista a presença humana responsável pelo depósito e queima de lixo nas áreas limites com o parque.

O estabelecimento de épocas de maior incidência de focos de incêndios permite o Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal e funcionários do Parque Nacional estruturar os programas de prevenção e combate, enquanto que a localização das regiões mais suscetíveis auxilia no mapeamento de risco e intervenção nas áreas que mereçam intervenção, para melhor proteger áreas mais sujeitas a perdas, bem como o conhecimento da localização de pontos de água, vias de acesso e localidades presentes na proximidade do fogo durante a realização do seu combate.

Cabe resaltar da importância da utilização do SIG e Sensoriamento Remoto para identificar e avaliar quais são as regiões que favoreçam a ocorrência de incêndios florestais, para prevenir ou minimizar os efeitos do fogo. Desta forma, foi possível identificar que a utilização desta metodologia poderá ser útil nas ações de prevenção a incêndios.

## 2.5 REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, S.A.O. Determinação de redução de umidade superficial na região dos cerrados com imagens AVHRR/NOAA e precipitação pluviométrica. Tese de doutorado. Universidade de Brasília, Departamento de Ecologia, 1997. Brasília 20p.
- ANDRADE, F.C.; RIBEIRO, G.S.; GLERIANI, J.M.; MARTINS, M.C. Uso de fotografias aéreas não convencionais e SIG na elaboração de mapas de risco de incêndios florestais. In: Anais do Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Curitiba-PR, 2011. p. 7925.
- BATISTA, A.C. Mapas de risco: Uma Alternativa para o planejamento de controle de incêndios florestais. Floresta, Curitiba-PR, v. 30(1/2) p. 45-54, 2000.
- CBMDF. Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal. Sistema de Engenharia de Segurança. Diretoria de Serviços Técnicos. Centro de Investigação e Prevenção de Incêndios.

Laudos de Investigação de Incêndio nº 223/2000; 106/2002; 253/2003; 297/2003; 324/2003; 185/2004; 108/2005; 100/2006; 110/2007; 116/2007; 185/2007; 167/2011.

DIAS, B. F. S, Cerrados: uma caracterização. IN: Dias, B.F.S (Ed.) Alternativas de desenvolvimento dos cerrados: Manejo e conservação dos recursos naturais renováveis. Brasília-DF, 1992.IBAMA E FUNATURA, p. 11-25.

EMBRAPA. Atlas do meio ambiente do Brasil. Ed. Terra Viva. Brasília, 1994. 130p.

FERRAZ, S. F. B.; VETTORAZZI, C. A. Mapeamento de risco de incêndios florestais por meio de sistema de informações geográficas (SIG). Scientia Forestalis, Piracicaba, v. 53, p. 39-48, 1998.

FERREIRA, M.P.; KOPROSKI, L.; ZANOTTA, D.C. Uma abordagem *fuzzy* no zoneamento de risco de incêndio. In: Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Curitiba-PR, 2011, p.4555.

KOPROSKI, L.; FERREIRA, M.P.; GOLDAMMER, J.G.; BATISTA, A.C. Modelo de zoneamento de risco de incêndios para unidades de conservação brasileiras: O caso do Parque estadual do cerrado (PR). Floresta, Curitiba-PR, v.41,n. 3, p.551-562, 2011.

MEDEIROS, M. B.; FIEDLER, N. C. Incêndios Florestais no Parque Nacional da Serra da Canastra: Desafios para a Conservação da biodiversidade. Ciência Florestal, Santa Maria-RS, v. 14, n. 2, p. 157-168, 2003.

OLIVEIRA, D.S.O.; BATISTA, A.C.; SOARES, R.V.; GRODZKI, L.; VOSGERAU,J. Zoneamento de Risco de Incêndios Florestais para o Estado do Paraná. Floresta, Curitiba, v. 34 n.2, p. 217, 221, 2004.

RIBEIRO, R.; SOARES, V.S.; BEPLER, M. Mapeamento do Risco de incêndios florestais no município de Novo Mundo, Mato Grosso, Brasil. Cerne, Lavras-MG, v. 18, n. 1, p. 117-126, 2012.

SOARES, R.V. Incêndios florestais: controle e uso do fogo. Curitiba-PR: Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná, 1995. 213p.

### 3. CONCLUSÃO

A metodologia apresentada neste trabalho permitiu a identificação das áreas de risco de incêndio florestal no Parque Nacional de Brasília. Os resultados obtidos demonstraram a necessidade de medidas preventivas durante o período de estiagem. As ações de prevenção e combate aos incêndios no parque devem ser intensificadas, uma vez que foram observadas grandes áreas queimadas nos anos anteriores. Merece maior atenção as faces norte e nordeste do parque, onde são relatadas incidências maiores de incêndios em função das queimadas para o manejo de pastagens e agricultura. A face sul e sudeste do parque também apresentam áreas de alto risco de incêndio, tendo em vista a presença humana responsável pelo depósito e queima de lixo nas áreas limites com o parque.

Cabe ressaltar a importância dos dados climáticos na obtenção de índices de perigo de incêndio, não utilizados nesta metodologia. Os índices de umidade relativa de ar e quantidade de dias sem chuva nos permite avaliar a possibilidade de ocorrer um incêndio, assim como a facilidade de se propagar, de acordo com as condições atmosféricas do dia, ou de uma sequência de dias.

O estabelecimento de épocas de maior incidência de focos de incêndios permite o Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal e funcionários do Parque Nacional estruturar os programas de prevenção e combate, enquanto que a localização das regiões mais suscetíveis auxilia no mapeamento de risco e intervenção nas áreas que mereçam intervenção, para melhor proteger áreas mais sujeitas a perdas.

Os mapas de risco de incêndio têm a função de auxiliar os trabalhos de prevenção aos incêndios, orientando nas atividades de vigilância, manutenção de aceiros, conservação das estradas e alocação de equipes e equipamentos em pontos estratégicos para o combate. Informações como vias de acesso, pontos de captação de água são de extrema importância para as equipes de bombeiros, permitindo a organização das ações de combate com maior rapidez e eficiência.

A utilização de SIG viabiliza a detecção de locais de maior risco de incêndios florestais presentes no mapa de risco, o que o torna uma eficiente ferramenta no controle e monitoramento das áreas mais suscetíveis ao surgimento de focos, otimizando as ações de prevenção e combate aos incêndios.